



LJMU Research Online

Gonzalez, S and Huddart, D

Erupciones Volcánicas de la Cuenca de México y sus efectos en poblaciones humanas tempranas del Pleistoceno Superior-Holoceno Temprano.

<http://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/6030/>

Article

Citation (please note it is advisable to refer to the publisher's version if you intend to cite from this work)

Gonzalez, S and Huddart, D (2017) Erupciones Volcánicas de la Cuenca de México y sus efectos en poblaciones humanas tempranas del Pleistoceno Superior-Holoceno Temprano. Special Volume III Geoarqueología Latinoamericana.

LJMU has developed **LJMU Research Online** for users to access the research output of the University more effectively. Copyright © and Moral Rights for the papers on this site are retained by the individual authors and/or other copyright owners. Users may download and/or print one copy of any article(s) in LJMU Research Online to facilitate their private study or for non-commercial research. You may not engage in further distribution of the material or use it for any profit-making activities or any commercial gain.

The version presented here may differ from the published version or from the version of the record. Please see the repository URL above for details on accessing the published version and note that access may require a subscription.

For more information please contact researchonline@ljmu.ac.uk

<http://researchonline.ljmu.ac.uk/>

Erupciones Volcánicas de la Cuenca de México y sus efectos en poblaciones humanas tempranas del Pleistoceno Superior-Holoceno Temprano.

Silvia Gonzalez y David Huddart.

*Liverpool John Moores University, School of Natural Sciences and Psychology,
Byrom Street, Liverpool, L3 3AF, Reino Unido.*

Resumen

La Cuenca de México esta situada a una altura de 2,500 metros y se localiza dentro del Eje Volcánico Transmexicano. Todas las montañas que rodean a la Cuenca son de origen volcánico. En particular 3 erupciones volcánicas importantes de tipo Pliniano produjeron depósitos volcánicos asociados con cenizas volcánicas “marcadoras” en la Cuenca producidas durante la transición del Pleistoceno Superior – Holoceno Temprano. Estas son: 1) ***Gran Ceniza Basáltica***, producida por la Sierra de Santa Catarina, con una edad de 28,600 años; 2) ***Pómez con Andesita*** producida por el Volcán Popocatepetl hace 14,600 años 3) ***Pómez Toluca Superior (Tripatita)*** producida por el Volcán Nevado de Toluca, hace 10,500 años.

Durante este intervalo de tiempo se tienen fechados varios sitios Paleoindios con la presencia tanto de esqueletos humanos embebidos en ceniza volcánica asociada con la Pómez Toluca Superior (Hombre del Metro Balderas), así como sitios con megafauna asociada con lahares (flujos de lodo volcánico) en el sitio de Mamuts de Tocuila. Las erupciones volcánicas tuvieron un impacto muy importante tanto en el medio ambiente de la Cuenca así como en las poblaciones humanas Paleoindias y la megafauna asociada (mamuts, camellos, caballos, gliptodontes) durante la transición del Pleistoceno-Holoceno Temprano.

Introducción a la Cuenca de México

La Cuenca de México es una cuenca intermontana de grandes dimensiones asociada con una estructura de graben, a una altitud de aproximadamente 2,500 metros. La cuenca esta rodeada por estratovolcanes como los volcanes Popocatepetl, Iztaccihuatl y Nevado de Toluca (Figura 1). También presenta un campo de volcanes monogenéticos de pequeñas dimensiones, en el límite Sur de la Cuenca, que incluyen al Volcán Xitle. La Cuenca esta rellena por mas de 3,000 metros de espesor de sedimentos lacustres interdigitados con cenizas volcánicas y flujos de lava con edades que van desde el Terciario Superior hasta el presente.

En la Cuenca existen varios sitios Paleoindios importantes (Ver Figura 1) con la presencia de varios esqueletos humanos como por ejemplo en el Peñon de los Baños (Gonzalez *et al.* 2003, 2014a), así como en los sitios de Tlapacoya, Chimalhuacán, y

Tepexpan (Lamb *et al.*, 2009). También se tienen sitios con mamuts asociados con líticos no-Clovis como en Santa Isabel Iztapan (Gonzalez *et al.* 2014b); y los mamutes Tocuila (Gonzalez *et al.* 2014a). La mayoría de estos sitios se encuentran en las orillas de un paleo-lago Pleistocénico que tuvo fluctuaciones de profundidad, produciendo eventos erosivos. Esto junto con eventos volcánicos ha creado en ocasiones retrabajamiento sucesivo de las secuencias, que han provocado problemas de interpretación en el registro estratigráfico. Debido a esta complejidad estratigráfica, existen todavía muchas preguntas relacionadas al registro detallado de ocupación humana temprana en la Cuenca de México que requieren estudios detallados de estratigrafía volcánica.

Esqueletos Humanos Paleoindios en la Cuenca de México.

En el Continente Americano existen muy pocos esqueletos humanos fechados directamente con carbono catorce de más de 9,000 años de antigüedad (sin calibrar); ejemplos incluyen a Buhl Woman, Idaho 10,675 ± 95 BP, Spirit Cave Man 9,415 BP, Wizards Beach Man 9,225 BP (Dansie, 1997; Jantz and Owsley, 1997) y Kennewick Man, con una fecha de 8,410 ± 60 BP (Chatters, 2000).

El Paleoindio más antiguo encontrado hasta ahora en la Cuenca de México es la Mujer del Peñón III, esqueleto semi-completo con una fecha de 10,755 ± 75 años BP (12,700 años con fechamiento calibrado, Gonzalez *et al.* 2003). Este esqueleto fue encontrado en el Peñón de los Baños, una pequeña isla volcánica en medio del Lago de Texcoco cercana a lo que es hoy el Aeropuerto Internacional Benito Juárez de la Ciudad de México (Figura 1).

El cráneo del Hombre de Tlapacoya con una fecha de 10,200 ± 65 BP también es importante en la discusión del poblamiento de América. Otros dos cráneos humanos fechados indirectamente por tefracronología (posición de cenizas volcánicas) incluyen al Hombre de Chimalhuacán y el Hombre del Metro Balderas (Figura 1) los cuales fueron encontrados en asociación con la ceniza Pómez Marcadora Superior (UTP) producida por el Volcán Nevado de Toluca hace 10,500 años (Gonzalez *et al.* 2014b).

A continuación se describen algunos sitios importantes en la Cuenca de México.

A) Sitio Paleoindio Peñón de Los Baños, Ciudad de México.

Durante el Pleistoceno Superior el pequeño Volcán “Peñón de los Baños” fue una isla pequeña situada en medio del Lago Pleistocénico de Texcoco (Figura 1). La actividad de varios manantiales termales en el perímetro de la isla produjeron depósitos estratificados de capas de travertino (CaCO_3), los cuales formaron una “plataforma” alrededor del volcán. Esta isla fue una localidad Paleoindia muy importante dentro de la Cuenca, adonde se han reportado hasta la fecha la presencia de 4 esqueletos. Con 3 esqueletos embebidos directamente en los depósitos de travertino y uno (La Mujer del Peñón III) es el más antiguo porque se encontró por debajo de la capa de travertino. Estos esqueletos forman parte ahora de la colección de humanos Pre-cerámicos en el Museo Nacional de Antropología, en la Ciudad de México. Estos materiales incluyen:

Peñon I: Material descubierto en 1884 comprende fragmentos mineralizados de costillas humanas y un fémur embebidos en travertino (Bárcena y del Castillo, 1887, Newberry, 1887).

Peñon II: Descubierto en 1957, en la intersección de las calles de Morelos and Nayarit, Colonia Peñon de los Baños, consiste en un craneo humano mineralizado y embebido en travertino (Romano, 1964, 1970). Se trato de fechar este craneo con carbono catorce, pero no fue posible debido a la preservacion muy pobre que presenta.

Mujer del Peñon III: Este es el esqueleto Paleoindio más importante de la Cuenca de México. Descubierto en Agosto de 1959 en la Colonia Peñon de los Baños. Es un esqueleto femenino semi-completo, muy bien preservado (Figura 2a) El esqueleto post-cranial fue fragmentario (partes faltantes incluyen los 2 fémures y tibias y el peroné derecho). La mandíbula esta muy bien preservada mostrando la mayoría de los dientes, excepto el incisivo lateral izquierdo; todos los dientes muestran un patrón de uso muy fuerte, que es típico de los esqueletos Paleoindios en Mexico. La altura fue estimada en 1.51 metros. La evidencia antropológica obtenida tanto del cráneo así como del esqueleto indican una edad al morir de 25 años. El esqueleto fue encontrado por debajo de una secuencia de travertino de 2 metros, en sedimentos de lago "con características de toba volcánica" (Aveleyra, 1964). La edad del esqueleto fue estimada inicialmente en el Pleistoceno Superior, ya que fue encontrado por debajo de la Pomez Toluca Superior (UTP), una ceniza volcánica marcadora estratigráfica para la Cuenca de Mexico (Mooser and Gonzalez Rul, 1961). El depósito no presentó la presencia de cerámica pero "hilos de fibras naturales" asociados con la pelvis del esqueleto, así como un hueso pulido de un ave y un fragmento de raíz con sedimentos asociados fueron colectados durante el descubrimiento. El cráneo es dolicocefálico (Figura 2b) y presenta "características muy primitivas" (Romano, 1974). Gonzalez *et al.*, (2003) reportaron el fechamiento del humero izquierdo del esqueleto usando la técnica de radiocarbono AMS con una edad de **12,755 ± 75 BP, (OxA-10112)**. Descripciones detalladas de la antropología física del esqueleto estan incluidas en Jiménez-López *et al.*, (2006).

Peñon IV: Descubierto por accidente en Agosto 1962. Fragmentos de travertino mezclados con huesos humanos, incluyendo un craneo. No hay record arqueológico.

Estratigrafia de la Mujer del Peñon III:

La estratigrafia de Peñon III se deriva de las descripciones de Mooser and Gonzalez Rul, (1961), así como de nuestras observaciones en el campo (Figura 3). La posición estratigráfica del esqueleto es por debajo de la Pomez Toluca Superior (UTP), una ceniza volcánica derivada de una erupción pliniana del Volcan Nevado de Toluca, fechada en 12,445 ± 95 BP (calibrada) Arce *et al.* 2003.

Recientemente hemos estudiado muestras de sedimentos tomados cerca del pie del esqueleto, los cuales consisten en una mezcla de material organico, moluscos, ostracodos, diatomeas, fitolitos, cristales de cuarzo y cenizas volcanicas incluyendo fragmentos de pómez con tamaño de arena fina. Este conjunto de materiales nos indica un medio ambiente de pantano salino y alcalino rodeando la isla del El Peñon de los Baños durante el Pleistoceno Superior que tuvo contribuciones de lluvias de

ceniza volcanica. Esta mujer Paleoindia vivio durante el periodo climático frio conocido como “Younger Dryas”.

El hecho de que el cráneo es dolicocefálico, con un índice cranial de 70.05, refuerza la interpretación de que las poblaciones Paleoindias en el Continente Americano fueron diferentes morfológicamente cuando son comparadas con poblaciones amerindias Modernas, que en general son braquicefálicas, con índices craneales ≥ 80 . Este esqueleto humano es uno de los más antiguos, completos y mejor preservados en el Continente Americano.

B) Mamutes de Tocuila, Texcoco:

El hallazgo casual en 1996, de restos de megafauna extinta, principalmente mamuts (*Mammuthus columbi*) realizado durante la excavación de una cisterna en un predio particular en San Miguel Tocuila, Municipio de Texcoco (**N** 19° 31' 11" y **E** 98° 54' 31" y una altura de ~2240 msnm) abrió la posibilidad para realizar trabajos de excavación geo-arqueológica de tipo multidisciplinario.

Las excavaciones subsecuentes efectuadas por Luis Morett y su equipo fueron realizadas en un espacio de 30 m². El poblado se ubica en la ribera oriental del antiguo Lago de Texcoco. En años subsecuentes se realizaron diversas exploraciones, incluyendo estudios de prospección geofísica, estratigrafía de detalle, así como trabajos de consolidación y restauración de los restos óseos tanto *in situ* como en laboratorio, así como la apertura del Museo Paleontológico de Tocuila.

En 1996 los restos de por lo menos cinco mamuts incompletos y re trabajados (*Mammuthus columbi*), ver Figura 4, fueron excavados y reportados en Tocuila (Morett *et al.*, 1998); así como evidencia de la presencia de huesos de mamuts trabajados por el hombre (Arroyo Cabrales *et al.* 2001). Posteriormente se publicaron trabajos sobre la sedimentología y cenizas volcánicas del sitio así como su interpretación (Siebe *et al.* 1997, 1999; Gonzalez and Huddart (2007).

La importancia del yacimiento paleontológico proviene de la gran densidad de restos óseos recuperados, con la presencia de más de mil elementos de distintas especies en un área relativamente pequeña. Dominan los mamuts (*Mammuthus columbi*) con por lo menos 5 individuos. Otras especies identificadas dentro del mismo horizonte y asociadas a los mamutes son caballos, *Equus* sp.; camello, *Camelops hesternus*; bisonte, *Bison* sp.; conejo, *Sylvilagus cunicularius*, además de una serie de siete vértebras anatómicamente asociadas que pertenecen a un felino grande.

Una compilación detallada acerca de la estratigrafía, tefracronología, fechamientos de las capas encontradas en Tocuila, así como una discusión sobre el origen geológico de la acumulación de huesos de mamuts y otros huesos de especies del Pleistoceno en el yacimiento paleontológico fue publicada recientemente (Gonzalez *et al.*, 2014a). El objetivo de ese trabajo fue el de tratar de explicar la compleja estratigrafía del sitio y el dar a conocer la existencia de una capa de materiales asociada con un impacto de meteorito propuesto al inicio del

periodo climático frío conocido como “Younger Dryas” (Israde *et al* 2012), el cual extiende la distribución geográfica de este evento para la Cuenca de México (Firestone *et al*, 2007).

El sitio paleontológico Tocuila se ubica en un antiguo cauce de un arroyo cercano a una paleo- playa del Lago de Texcoco Pleistocénico. Aquí se presenta de manera resumida los principales resultados de nuevas interpretaciones derivadas del estudio detallado de los sedimentos, capas de ceniza volcánica y fechamientos en las capas y huesos de mamuts en las trincheras excavadas en el sitio durante 1998 y 2000.

Estratigrafía de Tocuila

La estratigrafía en Tocuila es complicada por la presencia de eventos erosivos que cortan la secuencia estratigráfica, pero esta puede ser entendida como una secuencia de sedimentos del Lago de Texcoco Pleistocénico terminal que es cortada por un canal relleno posteriormente con sedimentos de lahar (Figura 5). Estos flujos de lodo volcánico están asociados con la deposición de la ceniza volcánica conocida como Pómez Toluca Superior producida por el Volcán Nevado de Toluca (Arce, *et al*, 2003).

Es en este canal adonde se localizan los huesos de mamuts embebidos en el depósito de lahar. La Figura 5 muestra la estratigrafía adentro del canal y en la pared del canal. En esta secuencia se encuentra en la base a la Gran Ceniza Basáltica o GBA, otro horizonte estratigráfico marcador de la Cuenca de México con una edad de $28,600 \pm 200$ BP (Mooser, 1997). También se observa en la secuencia a la Pómez con Andesita (PWA) con edad de $14,500 \pm 100$ BP. Sin embargo los lahares en donde se encuentran los mamuts son derivados de la gran erupción volcánica de tipo Pliniana del Nevado de Toluca hace 10,500 BP que produjo a la Pómez Toluca Superior o Tripartita (Arce *et al*, 2003).

También fue posible identificar una nueva capa en Tocuila (de aproximadamente 10 cm de espesor) con evidencia de un impacto de meteorito (Figura 5), con la presencia de materiales “exóticos” como micro-esferulas magnéticas de Fe, tektitas (vidrio fundido), grandes cantidades de carbono, nanodiamantes, etc. (Gonzalez *et al* 2014a). Se interpreta a esta capa como asociada al “Younger Dryas meteorite burst” que ha sido encontrado en grandes porciones de Norte América, Europa, etc. (Firestone, *et al* 2007). También en otros sitios con mamuts en el SW de USA como en Murray Springs, Blackwater Draw, Topper, Arlington Springs, etc aunque su origen y significado siguen estando en discusión en cuanto a los efectos potenciales durante el inicio de ese periodo climático frío, así como su papel en la extinción de la megafauna a finales del Pleistoceno. En Tocuila esta capa está fechada entre 10,878 – 10,707 Cal BC. Esta capa fue primero identificada en México en sedimentos del Lago de Cuitzeo en el Oeste de México (Israde *et al*, 2012).

En general la secuencia estratigráfica en Tocuila muestra una secuencia lacustre intercalada con varias cenizas volcánicas que empieza con sedimentos lacustres finos (arcillas) y termina con arenas finas, esto nos indica una disminución en el nivel del lago de Texcoco hacia finales del Pleistoceno Superior-Holoceno Temprano.

Dos fechamientos directos AMS con carbono catorce en dos huesos de mamuts en Tocuila dieron fechas de $11,100 \pm 80$ BP and $11,255 \pm 75$ BP, indicando que los animales ya estaban muertos cuando fueron incorporados en los lahares distales producidos por la erupción del Nevado de Toluca.

C) Hombre de Tepexpan:

Fue descubierto en 1947 por Helmut de Terra. El sitio del descubrimiento del esqueleto humano semi-completo del Hombre de Tepexpan fue cerca de la margen oriental del Lago de Texcoco, cerca del Rio San Juan (Figura 1). El esqueleto se encontró por debajo de una capa de caliche en sedimentos que se creían asociados con la presencia de mamuts durante el tiempo del descubrimiento en 1947 (De Terra, *et al* 1949). Por esta razón se pensó que el esqueleto tenía por lo menos 10,000 años de antigüedad, por lo cual fue considerado en ese tiempo, como uno de los esqueletos humanos más antiguos en América durante el tiempo de su descubrimiento en 1947. Sin embargo las características físicas de la forma del cráneo (braquicefálico) eran más sugestivas de una edad más joven (Holoceno Temprano-Medio). Posteriormente un fechamiento directo con carbono catorce AMS dio una edad de alrededor de 2,000 años, (Lorenzo, 1989; Stafford *et al.* 1991). Gonzalez *et al.* (2003) también reportaron una edad de 2,200 years BP por medio de carbono catorce, pero comentando que el esqueleto está contaminado con materiales modernos (pegamentos, lacas, etc) por lo cual las fechas obtenidas con carbono catorce no son confiables. La re-interpretación de la edad real del esqueleto y las características de los sedimentos del sitio son cruciales en el entendimiento de la ocupación temprana en la Cuenca de México.

Fechamiento con el método de Series de Uranio del Hombre de Tepexpan y su significado

Se realizaron análisis directamente en un hueso del Hombre de Tepexpan utilizando un espectrómetro de masas por ablación láser. Los resultados obtenidos dan como resultado una edad de 4700 ± 200 años, la cual es una edad mínima y por lo tanto es consistente con una fecha de radiocarbono en material orgánico de $5,600 \pm 40$ años BP en la capa adonde se encontró el Hombre de Tepexpan, reportada por Solleiro-Rebolledo *et al.* (2006).

Aunque se conoce ahora que el Hombre de Tepexpan es un individuo con una edad del Holoceno Medio, su descubrimiento fue muy importante ya que impulsó en ese tiempo el interés en los estudios de la Prehistoria en México ya que se propuso por primera vez la posibilidad de la coexistencia del Hombre Temprano con especies de megafauna del Pleistoceno. Esto ha sido ahora corroborado en otros sitios cercanos a Tepexpan, como los dos mamuts de Santa Isabel Iztapan, los cuales fueron encontrados en asociación directa con líticos embebidos en los huesos de los mamutes.

Conclusión:

Es imposible poder entender los procesos de poblamiento temprano de la Cuenca de México sin el conocimiento detallado de los procesos volcánicos que impactaron el

medio ambiente de la Cuenca durante el límite del Pleistoceno Superior-Holoceno Inferior. Ahora sabemos que hubo presencia de grupos Paleoindios de cazadores-recolectores desde el periodo climático frío conocido como Younger Dryas. Durante este periodo en la Cuenca de México hubo varios eventos volcánicos muy importantes que depositaron capas gruesas de cenizas volcánicas de caída libre en medio de la Cuenca (30-40 cm de espesor). Especialmente después del depósito de la ceniza Pomez Toluca Superior (UTP) hubo una serie de eventos laháricos que incorporaron volúmenes importantes de restos de megafauna en sus depósitos. Después de estos eventos volcánicos catastróficos, la megafauna (mamuts, caballos, gliptodontes, camellos) se extingue por completo en la Cuenca (Gonzalez and Huddart, 2007) y no se han encontrado esqueletos humanos sino hasta mucho después, con fechas de radiocarbono de ~4,500 años en el sitio de San Vicente Chicoloapan (Figura 1). Por lo tanto parece que existe un hiatus arqueológico que duró varios milenios después de los eventos volcánicos catastróficos del Pleistoceno-Holoceno Superior y es hasta el Holoceno medio que se vuelven a encontrar sitios con ocupaciones humanas importantes, pero esta vez de agricultores incipientes en la Cuenca de México.

Referencias:

- Arce, J.L., Mácias, J.L., Vazquez Selem, L. 2003. The 10.5 ka Plinian eruption of Nevado de Toluca, Mexico, stratigraphical and hazard implications. *Geological Society of America Bulletin* 115, 230-248.
- Arellano, A.R.V. 1946a. Datos Geológicos de la Antigüedad del Hombre en la Cuenca de México . *Memoria del Segundo Congreso Mexicano de Ciencias Sociales* 5, 213-219.
- Arellano, A.R.V. 1946b. El Elefante fósil de Tepexpan y el Hombre primitivo. *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* 8, 89-94.
- Arellano, A.R.V. 1951. Some new aspects of the Tepexpan Man case. *Bulletin of the Texas Archaeological and Paleontological Society* 22, 217-224.
- Arroyo-Cabrales, J., Johnson, E. and Morett, L. 2001. Mammoth bone technology in the Basin of Mexico, In Cavarratta, G., Gioia, P., Mussi, M. and Palombo, M.R. (Eds.) *Proceedings of 1st International Congress "The World of Elephants"*, Rome, 419-423.
- Arroyo-Cabrales, J., Gonzalez, S., Morett, A.L., Polaco, O, Sherwood, G., Turner, A. 2003. The Late Pleistocene paleoenvironments of the Basin of Mexico-evidence from the Tocuila Mammoth site. *Deinsea* 9, 267-72.
- Chatters, J.C. 2000. The recovery and first analysis of an early Holocene human skeleton from Kennewick, Washington. *American Antiquity* 65, 291-316.
- Dansie, A. 1997. Early Holocene burials in Nevada: overview of localities, research and legal issues. *Nevada Historical Society Quarterly* 40, 4-14.
- De Terra, H. 1947. Preliminary note on the Discovery of Fossil Man at Tepexpan in the Valley of Mexico. *American Antiquity* 13, 40-44.
- De Terra, H., Romero, J., Stewart, D.T. 1949. *Tepexpan Man*, Viking Fund Publications, *Anthropology* 11, New York.

Firestone, R.B., West, A., Kennett, J.P., Becker, L., Bunch, T.E., Revay, Z.S., Schultz, P.H., Belgia, T., Kennett, D.J., Erlandson, J.M., Dickenson, O.J., Goodyear, A.C., Harris, R.S., Howard, G.A., Kloosterman, J.B., Lechler, P., Mayewski, P.A., Montgomery, J., Poreda, R., Darrah, T., Que Hee, S.S. Stick, A., Topping, W., Wittle, J.H., Wolbach, W.S. 2007. Evidence for an extraterrestrial impact 12,900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 104, 16016-16021.

García-Bárcena, J. 1986. Algunos aspectos cronológicos. In Lorenzo, J.L. and Mirambell, L. Eds. *Tlapacoya: 35000 Años de Historia del lago de Chalco*, Colección Científica 115, 219-224, Instituto de Antropología e Historia, Mexico DF.

Gonzalez, S., Huddart, D. 2007. Paleoindians and Megafaunal Extinction in the Basin of Mexico: The Role of the 10.5 k Upper Toluca Pumice Eruption. In: Grattan, J. and Torrance, R. (Eds.). *Living under the shadow: cultural impacts of volcanic eruptions*. One World Archaeology Series 53, Left Coast Press, Walnut Creek, California, 90-106.

Gonzalez, S., Huddart, D. 2008. The Late Pleistocene Human Occupation of Mexico. In: Adatao, J.G. de Araújo *et al.* (Eds.). 11 Simposio Internacional. O Povamieto das Américas 2006. Sai Raimundo Nonanto. FUMDHAMentos V11, 236-259.

Gonzalez, S., Huddart, D., Israde-Alcántara, I., Dominguez-Vasquez, G., Bischoff, J. 2014a. Tocuila Mammoths, Basin of Mexico: Late Pleistocene-Early Holocene stratigraphy and the geological context of the bone accumulation. *Quaternary Science Reviews* 96, 222-239.

Gonzalez, S., Huddart, D., Israde-Alcántara, I., Dominguez-Vasquez, G., Bischoff, J., Felstead, N. 2015. Paleoindian sites from the Basin of Mexico: Evidence from stratigraphy, tephrochronology and dating. *Quaternary International* 363, 4-19.

Gonzalez, S., Huddart, D., Morett-Alatorre, L., Arroyo-Cabrales, J., Polaco, O.J. 2001. Volcanism and Early Humans in the Basin of Mexico during the late Pleistocene/Early Holocene. In Cavarratta, G., Gioia, P., Mussi, M. and Palombo, M.R. (Eds.) *Proceedings of 1st International Congress "The World of Elephants"*, Rome, 704-706. 44, 379-387.

Gonzalez, S., Jiménez-Lopez, J.C., Hedges, R., Huddart, D., Ohman, J.C., Turner, A. 2003. Earliest humans in the Americas: new evidence from México. *Journal of Human Evolution* 44, 379-387.

Gonzalez, S., Morett-Alatorre, L., Huddart, D., Arroyo-Cabrales, J. 2006. Mammoths from the Basin of Mexico: stratigraphy and radiocarbon dating. In Jiménez López, J.C., Pompa y Padilla, J.A., Gonzalez, S. and Ortiz, F. (Eds.) *Proceedings of the 1st International Symposium Early Humans in America*, Mexico City, INAH, Colección Científica, Serie Antropología 500, 263-274.

Huddart, D., Gonzalez, S., 2006. A review of environmental change in the Basin of Mexico (40,000-10,000 BP): implications for early humans. In Jiménez López, J.C., Gonzalez, S., Pompa y Padilla, J.A., Ortiz Pedraza, F. (eds.) *El hombre temprano en América y sus implicaciones en el poblamiento de la Cuenca de México: Primer*

Simposio Internacional. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica, Serie Antropología 500, 77-106.

Israde-Alcántara, I., Bischoff, J.L., Dominguez-Vasquez, G., Hong-Chun, L., DeCarli, P.S., Bunch, T.E., Wittke, J.H., Weaver, J.C., Firestone, R.B., West, A., Kennett, J.P., Mercer, C., Sinjing, X., Richman, E.K., Kinzie, C.R., Wolbach, W.S. 2012. Evidence for Central Mexico supporting the Younger Dryas extraterrestrial impact hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 109, 34, E738-E747.

Jantz, R.L. and Owsley, D.W. 1997. Pathology, Taphonomy and Cranial Morphometrics of the Spirit Cave Mummy. *Nevada Historical Society Quarterly* 40, 60-84.

Kennett, D.J., Kennett, J.P., West, A., Mercer, C., Que Hee, S.S., Bement, L., Bunch, T.E., Sellers, M., Wolbach, W.S. 2009. Nanodiamonds in the Younger Dryas boundary sediment layer. *Science*, 323, 94.

Krieger, A.D., 1950. Tepexpan Man. *Antiquity* 15, 343-349.

Lamb, A.L., Gonzalez, S., Huddart, D., Metcalfe, S.E., Vane, C.H., Pike, A.W.G. 2009. Tepexpan Palaeoindian site, Basin of Mexico: multi-proxy evidence for environmental change during the late Pleistocene-late Holocene. *Quaternary Science Reviews* 28, 2000-2016.

Lorenzo, J.L. 1989. Fechamiento de la Mujer de Tepexpan. *Bóletin de Instituto Nacional de Antropología e Histryoria*, Nueva Epoca 28,2-15.

Lorenzo, J.L., Mirambell, L. eds. 1986. Tlapacoya: 35000 Años de Historia del lago de Chalco, Colección Científica 115, Instituto de Antropología e Historia, Mexico DF.

Mirambell, L. 1978. Tlapacoya: a late Pleistocene site in central Mexico. In Bryan, A.L. Ed. *Early Man in America from a Circum-Pacific Perspective*, University of Alberta, Alberta, 221-230.

Mooser, F. 1967. Tefracronología de la Cuenca de Mexico para los ultimos treinta mil años. *Boletin del INAH de Mexico*, 30,12-15.

Mooser, F., 1968. Geología, naturleza y desarrollo del Valle de Teotihuacán. In: Lorenzo, J.L. (Ed.), *Materiales para la arqueología de Teotihuacán*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Serie Investigaciones 17, 29-37.

Mooser, F. 1997. Nueva fecha para la tefracronología de la Cuenca de México. In Carballal-Staedtler, M. (ed.) *A propósito del Cuaternario*. Dirección de Salvamento Arqueológico, INAH, Mexico, 137-141

Morett, L., Arroyo-Cabral, J., Palaco, O.J. 1998. Tocuila Mammoth Site. *Current Research in the Pleistocene* 15, 118-120.

Newton, A.J., Metcalfe, S.E., 1999. Tephrochronology of the Toluca Basin, Central Mexico. *Quaternary Science Reviews* 18, 1039-1059.

Sedov, S., Solleiro-Rebolledo, E., Gama-Castro, J.E., Vallejo-Gómez, E., González-Velázquez, A. 2001. Buried paleosols of Nevado de Toluca: an alterative record of

Late Quaternary environmental change in Central Mexico. *Journal of Quaternary Science* 16, 375-389.

Sedov, S., Lozano-García, S., Solleiro-Rebolledo, S., McClung de Tapia, E., Ortega-Guerrero, B., Sosa-Nájera, S. 2010. Tepexpan Revisited: A multiple proxy of local environmental changes in relation to human occupation from a paleolake shore section in central México. *Geomorphology* 122, 309-322.

Siebe, C., Schaaf P., Urrutia-Fucugauchi, J., Morett-Alatorre L., Arroyo-Cabrales J., Obenholzner, J. 1997. Mammoth bones embedded in a late Pleistocene lahar deposit from Popocatepetl volcano, near Tocuila, Valley of Mexico. *Geological Society of America Abstracts with Programs* 29 (6), A-164.

Siebe, C., Schaaf, P., Urrutia-Fucugauchi, J. 1999. Mammoth bones embedded in a late Pleistocene lahar from Popocatepetl volcano, near Tocuila, central Mexico. *Bulletin of the Geological Society of America* 111, 1550-1562.

Solleiro-Robolledo, E., Sedov, S., McClung de Tapia, E., Cabadas, H., Gama-Castro, J., Vallejo-Gómez, E. 2006. Spatial Variability of environmental change in the Teotihuacan Valley during the Late Quaternary: Paleopedological inferences. *Quaternary International* 156-157, 13-31.

Stafford, T., W., Hare, P.E., Currie, L, Jull, A.J.T., Donahue, D.J. 1991 Accelerator Radiocarbon dating at the Molecular Level. *Journal of Archaeological Science*, 18, 35-72.

Figuras:

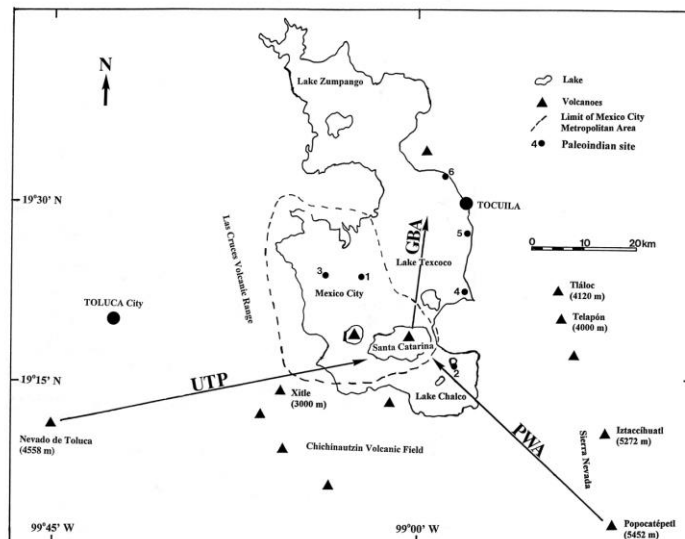


Figura 1. Localización de sitios Paleoindios importantes en la Cuenca de Mexico: 1) Mujer del Peñon III, 2) Hombre de Tlapacoya, 3) Hombre del Metro, 4) San Vicente Chicoloapan, 5) Mamutes de Tocuila, 6) Hombre de Tepexpan. Tambien se encuentran marcados los ejes de dispersión de 3 erupciones volcánicas marcadoras de la Cuenca: PWA: Pómez con Andesita del Volcán Popocatepetl; GBA: Gran Ceniza Basáltica de la Sierra de Santa Catarina y la UTP: Pómez Toluca Superior proveniente del Volcán Nevado de Toluca.



Figura 2a: Esqueleto semi-completo, bien preservado de la Mujer del Peñon III.

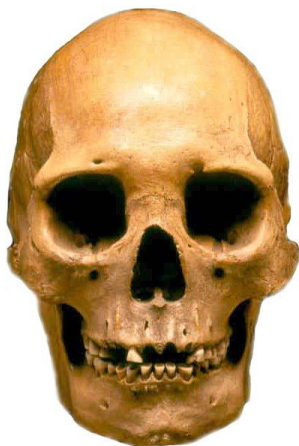


Figura 2b: Cráneo dolicocefálico de la Mujer del Peñon III, craneometria típica de poblaciones Paleoindias del Continente Americano.

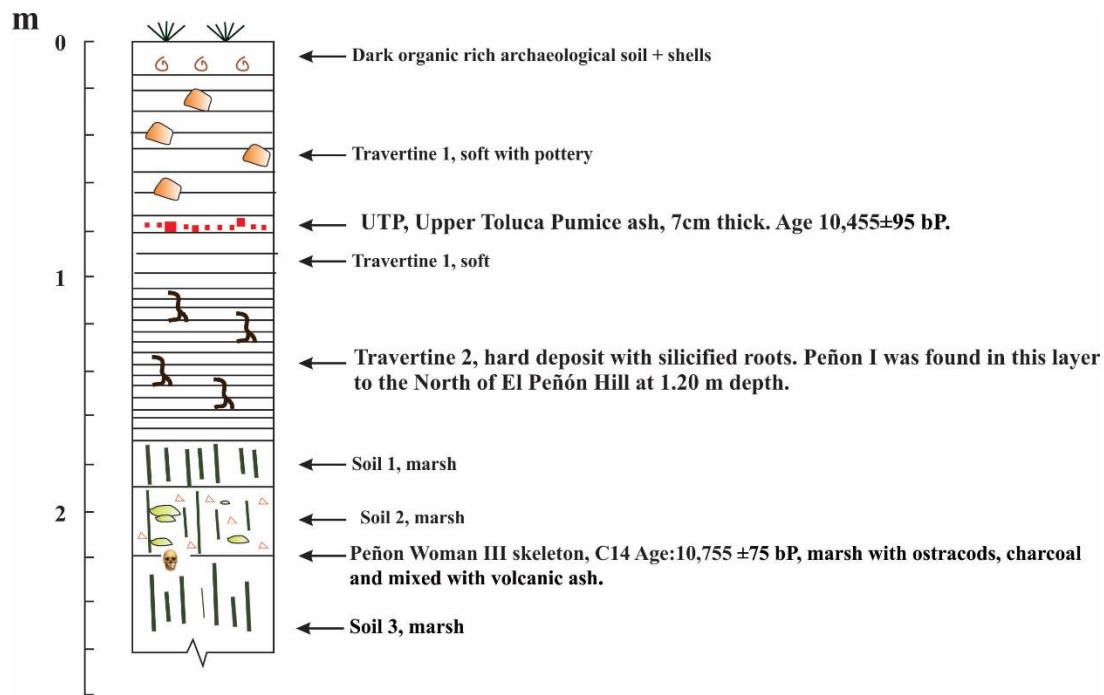


Figura 3: Estratigrafia en el sitio de descubrimiento de la Mujer del Peñon III. Los fechamientos con carbono catorce se incluyen sin calibrar.



Figura 4: Mamutes de Tocuila *in situ* en un deposito de lahar de la Pomez Toluca Superior (UTP), Julio 2014.

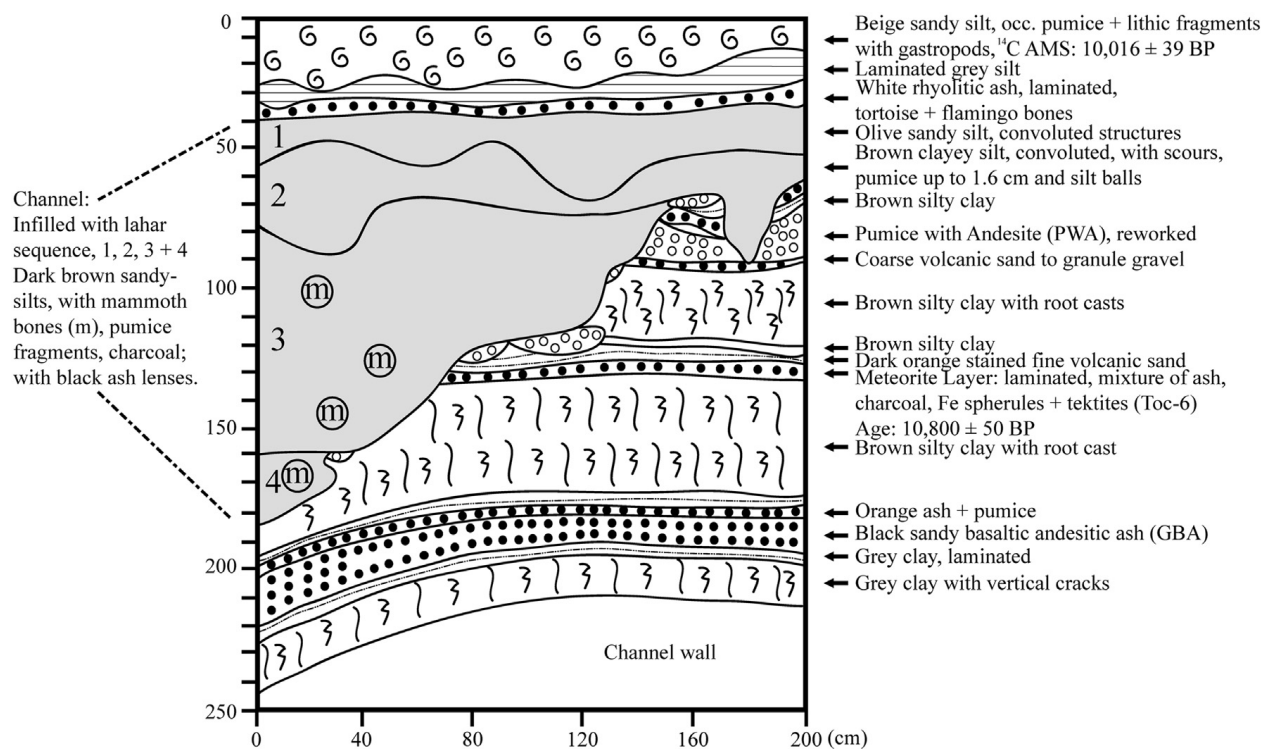


Figura 5: Estratigrafía detallada de Tocuila mostrando la pared Norte de la excavación con parte del canal aluvial relleno con 4 flujos de lodo volcánico (lahares) y huesos de mamutes (*Mammuthus columbi*)